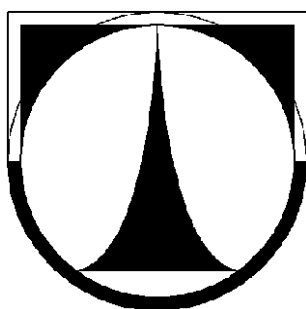


Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní



PHAM NGOC CHINH

# **ANALÝZA MES SYSTÉMŮ V ČESKÉ REPUBLICCE**

Bakalářské práce

2013

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor : Výrobní systémy

Zaměření : Výrobní systémy

**ANALÝZA MES SYSTÉMŮ V ČESKÉ REPUBLICE**  
**ANALYSIS SYSTEMS MES IN THE CZECH REPUBLIC**

KVS - VS – č.121

**PHAM NGOC CHINH**

Vedoucí práce :

Doc. Dr. Ing. František Manlig

Počet stran : 55

Počet obrázků : 3

Počet tabulek : 2

Počet grafů : 3

Počet příloh : 0

Počet modelů

nebo jiných příloh : 0

V Liberci 4.1.2013



**TÉMA : ANALÝZA MES SYSTÉMŮ V ČESKÉ REPUBLICE**

**ANOTACE :** Obsahem bakalářské práce je popis funkcí a vlastností informačních výrobních systémů MES (Manufacturing Execution Systems), analýza implementovaných systémů MES v České republice. Hlavní cílem je provedení porovnání implementovaných systémů MES s moduly informačních výrobních systému MES dle MESA international.

**THEME :** The content of the thesis is a description of the functions and features of the production control systems MES (Manufacturing Execution Systems), an analysis of systems implemented in the Czech Republic. The main objective is performed by comparing implemented systems to the modules of manufacturing execution systems MES by MESA international.

**Klíčová slova :** Analýza, plánování, informační systémy, výrobní systémy, MES

**Zpracovatel :** TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů

**Dokončeno :** 2013

**Archivní označení zprávy :**

**Počet stran :** 55

**Počet obrázků :** 3

**Počet tabulek :** 2

**Počet grafů :** 3

**Počet příloh :** 0

**Počet modelů**

**nebo jiných příloh :** 0

### **Prohlášení**

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci 4.1.2013

Pham Ngoc Chinh

**Poděkování:**

Rád bych poděkoval panu doc. Dr. Ing Františkovi Manligovi za vedení mé bakalářské práce, jeho odborné konzultace a připomínky.

Dále bych rád poděkoval v neposlední řadě mé rodině za podporu během studia.

## Obsah

1	Teoretická část.....	11
1.1	Informační systémy ve výrobním podniku.....	11
1.2	Co je to MES?.....	11
1.3	Vývoj konceptu MES.....	12
1.4	Proč MES?.....	13
1.5	Integrace s ERP systémy.....	14
1.6	Trendy v informačních výrobních systémech MES.....	15
1.7	Příklady průmyslových sektorů pro aplikace MES.....	16
2	Funkční oblasti dle MESA.....	17
2.1	Krátkodobé rozvrhování (Operations Scheduling).....	17
2.2	Přidělování zdrojů a kapacit ( Resource allocation and status).....	17
2.3	Dispečerské řízení výroby (Dispatching Production Unit).....	18
2.4	Správa dokumentace (Document Control).....	19
2.5	Sledování toku materiálu (Product Tracking and Genealogy).....	19
2.6	Analýza výkonnosti (Performance Analysis).....	19
2.7	Sledování pracovníků (Labor Management).....	20
2.8	Řízení údržby (Maintenance Management).....	20
2.9	Řízení jakosti (Quality Management).....	20
2.10	Řízení výrobního procesu (Process Management).....	21
2.11	Sběr a archivace dat (Data Collection/Acquisition).....	22
3	Přínosy aplikací systému MES do výrobní podniky.....	23
3.1	Přínosy pro vrcholový management podniku.....	23
3.2	Přínosy pro vedoucí pracovníky ve výrobě.....	23
3.3	Přínosy pro obsahu strojů a linek.....	24
3.4	Přínosy pro oddělení údržby.....	24
3.5	Přínosy pro obchodní oddělení a plánování výroby.....	24
4	Analýza MES v České republice.....	25
4.1	Analýza firmy nabízí MES.....	25
4.2	Analýza firemních aplikací.....	37
4.2.1	FORMPLAST PURKERT s.r.o (2011).....	37

4.2.2	SAPOLI a.s (2009).....	38
4.2.3	PHILIP MORRIS (2008).....	39
4.2.4	GRUPO ANTOLIN (2007).....	40
4.2.5	LONZA BIOTEC, Kouřim (2006).....	41
4.2.6	FOREZ s.r.o lisovna kovů (2012).....	42
4.2.7	ROBERT BOSCH, spol. s.r.o (2011).....	43
4.2.8	KOVOKON POPOVICE s.r.o (2011).....	44
4.2.9	ROREZ s.r.o nástrojárna Ostrov(2011).....	45
4.2.10	FRESENIUS HEMOCARE CZ, spol. s.r.o.....	46
4.2.11	TRW AUTOMOTIVE Czech.....	47
4.3	Zhodnocení.....	51
5	Závěr.....	53
	Seznam použité literatury.....	54



## Seznam použitých zkratk:

<b>ANSI</b>	American National Standards Institute	- Americká standardizační organizace
<b>CNC</b>	Computer Numeric Control	- Počítačem číselově řízené stroje
<b>COMES</b>	Výrobní informační systémy společnosti COMPAS a.s.	
<b>EBR</b>	Electronic Batch Record	
<b>ERP</b>	Enterprise Resource Planning	- Informační celopodnikový systém
<b>GAMP</b>	Good Automated Manufacturing Practice	
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization	- Mezinárodní organizace pro normalizaci
<b>KPI</b>	Key Performance Indicators	- Klíčové ukazatele výkonnosti
<b>MES</b>	Manufacturing Execution System	- Informační výrobní systém
<b>MESA</b>	Manufacturing Execution System Association	- Asociace MES
<b>MS SQL</b>	Microsoft Server Structured Query Language	- Strukturovaný datazovací jazyk
<b>OEE</b>	Overall Equipment Effectiveness	- Koeficient efektivity zařízení
<b>PHARIS</b>	Výrobní informační systém společnosti UNIS a.s.	
<b>PLC</b>	Programmable Logic Controller	- Programovatelné logické řídicí jednotky
<b>PROXIA</b>	Výrobní informační systém společnosti PROXIA a.s.	
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification	- Radio frekvenční identifikace
<b>SCADA</b>	Supervisory Control And Data Acquisition	- Systémy pro průmyslové řízení a sběr dat.
<b>SMS</b>	Short Message Service	- Služba krátkých textových zpráv
<b>SPC</b>	Statistical Process Control	- Statistická kontrola procesu
<b>SQC</b>	Statistical Quality Control	- Statistická kontrola kvality
<b>WIFI</b>	Wireless Fidelity	
<b>WONDERWARE</b>	Výrobní informační systém firmy PANTEK s.r.o.	

## Úvod

Moderní výrobní technologie dnes pracují na vysokém stupni automatizace a poskytují značnou flexibilitu při změnách produktů, materiálových vstupů nebo výrobních postupů. Tyto technologie umožňují vysokou kvalitu výrobků a vysokou produktivitu výroby. Jejich pořízení stojí samozřejmě nemalé prostředky. Uvážíme-li tyto vysoké pořizovací náklady, je až překvapivé, v kolika firmách jsou tyto základní výrobní prostředky na úrovni výroby řízeny bez dostatečné systémové podpory a s naprosto nedostatečnými prostředky. Majitelé však samozřejmě požadují růst ziskovosti pro rychlejší návrat vložených investic. Dochází tak vlastně k proti chůdným požadavkům snížit výrobní náklady a zvýšit objem produkce.

Úspěšný podnik je nucen často uvádět na trh nové nebo modifikované výrobky za stejnou nebo nižší cenu než dříve. Tyto výrobky musí být dodány zákazníkům ve správný čas, na správné místo, v požadovaném množství a kvalitě.

Výrobní podniky nejčastěji trápí nízká produktivita, nedostatečná kvalita, vysoké výrobní náklady a nedodržení termínu dodávky. Podniky jsou nuceny vytvářet a spravovat velké množství informací pro získání a obhájení certifikátů kvality pro zákazníky i pro svoji interní potřebu k průběžnému vylepšování výrobků.

Jednou z možností jak tyto problémy řešit je implementace informačních výrobních systémů (MES). Výhodou těchto systémů je z efektivnění výrobních procesů, snižování nákladů, zlepšení kvality, zvýšení produktivity a konkurence schopnost.

Cílem bakalářské práce je poskytnout přehled a porovnání funkcionality vybraných informačních výrobních systému (MES) nabízených na českém trhu pro výrobní podniky.

# 1 Teoretická část

## 1.1 Informační systémy ve výrobním podniku

Výrobci jsou na jedné straně pod stálým tlakem požadavků na snižování výrobních nákladů a zeštíhlování výroby, na straně druhé však rostou nároky na různorodost výroby podle konkrétních specifikací produktů v zákaznických objednávkách. Tato strategie vyžaduje mnohem větší míru pružnosti a viditelnosti výrobních procesů, než jaká je tradičně dostupná v nepružných výrobních informačních systémech vytvářených „na míru” nebo na principu „papír a tužka”.

Výrobní systém se skládá se základních prvků technologických procesů, strojů, zařízení, systémových prvků a lidí..., má své vstupy a výstupy vstupní materiál, informace o výrobku z konstrukce, informace z plánování a řízení výroby, energie..., výstupem jsou polotovary a díly, produkty, služby... Výrobní systém má své okolí zákazníky, dodavatele, konkurenci, vývojáře, zákonodárce, přírodu...

Výrobní podniky vydaly na všechna tato řešení velké množství finančních, materiálových a lidských zdrojů. Výsledkem je, že nyní jsou podniky sice těsněji spojeny se svými zákazníky a dodavateli, ale vlastní výroba je stále černou dírou v informačním toku v rámci podniku i v rámci celého dodavatelského řetězce. Ano, objednávky od zákazníka přijdou sice rychleji a výrobní komponenty jsou přivezeny do závodu včas, ale výroba trvá stejně dlouho, se stejnými problémy a stejně efektivně jako pět lety. V celém dodavatelském řetězci chybí jeden důležitý článek, kterým je ucelené a efektivní MES řešení. [2]

## 1.2 Co je to MES?

**MES (Manufacturing Execution System)** je výrobní informační systém, který je určen pro efektivní vykonávání průmyslové výroby v reálném čase. MES poskytují komplexní informace umožňující optimalizovat výrobní proces počínaje od sledování zakázek až po závěrečné propouštění finálních produktů, odesláním objednávky, plánováním výroby, řízením výroby, pracovníků a strojů. Poskytuje operativní informace pro okamžité řízení výrobních procesů. Provádí sběr dat pro záznam výrobního procesu rodokmenu pro analýzy sloužící k průběžné optimalizaci výroby a k vyhodnocování výrobních nákladů. [3]

MES systémy souvisí s pojmy: kvalita, produktivita, efektivita. Hlavní cíle jsou optimalizace a zefektivnění výrobních procesů, zvýšení produktivity, zlepšení kvality a dosažení nižších nákladů.

### 1.3 Vývoj konceptu MES

Myšlenka využít počítačové systémy k podpoře výrobních činností se objevila na počátku 80. letech dvacátého století. Nejprve se používal název Computer Integrated Manufacturing (CIM), od kterého se, s rostoucí šíří záběru těchto systémů a zahájením dodávek komerčních produktů, přešlo k označení MES (Manufacturing Execution Systems) – informační výrobní systémy.

Řešení typu MES typicky zajišťují přístup k výrobním údajům s cílem umožnit vedoucím pracovníkům informovaně rozhodovat. Tento koncept spojení výroby s rozhodovací úrovní podniku sice byl dobře znám firmám, které již úspěšně automatizovaly své výrobní linky, a však proces integrace se ve skutečnosti ukázal být mnohem složitější. Ústřední myšlenku pohledu na MES jako nástroj k prohlížení a používání údajů nashromážděných z výroby v podnikovém informačním systému v její původní podobě výrobci nepřijali a posléze se prosadil pohled na MES jako nástroj, který umožňuje najít takový způsob výroby produktů, který vyhovuje potřebám výrobce i jeho zákazníků.

Definice MES se liší podle odvětví a někdy i osobního přístupu jednotlivých pracovníků. Většina se nicméně shoduje na tom, že MES zajišťuje spojení mezi událostmi řízenými systémy řídicími v reálném čase technologická zařízení a nad nimi se nacházejícími podnikovými informačními systémy ERP (Enterprise Resource Planning), které zajišťují operace transakční povahy. Do podnikového informačního systému lze MES začlenit prostřednictvím správy uvedených hlavních činností a cíle MES se také nejlépe dosahuje při jeho integraci s podnikovou úrovní, tj. systémy ERP. Systém MES pak funguje jako spojení mezi událostmi probíhajícími v reálném čase při výrobě a rozhodovacími procesy na úrovni vedení podniku. [1]

Většina firem nabízejících MES ve svých řešeních vychází z rámce vytyčeného organizací MESA (Manufacturing Enterprise Solutions Association). Podle její širší definice je úkolem MES optimalizovat výrobní činnosti na základě vždy nejnovějších a bezchybných údajů.

MES využívá přímé propojení s technologickými zařízeními. Je určen pro sběr dat a vyhodnocení technologických dat, dále pak pro přípravu, řízení výroby a její vyhodnocení. Jedná se o informační systém spadající do kategorie výrobní informační systémy, tedy tvoří rozhraní mezi CNC stroji a podnikovým ERP systémem. MES obsahuje evidenci a správu CNC programů a jejich centrální úložiště (DNC Direct/Distributed Numerical Control).

## **1.4 Proč MES?**

V současné době podniky si už uvědomuje jedno značné přínosy z využívání MES systémů, které usnadňují práci všem lidem v podniku, od pracovníků ve výrobě až po ředitele. Podniky jsou konkurencí tlačeny k dosahování stále vysoké jakosti svých výrobků, kterou musí být kdykoliv schopny doložit, ať už zákazníkům nebo dohlížecím (regulatorním) orgánům, dále ke snižování nákladů a k optimalizaci výrobních procesů. Systémy kategorie MES pomáhají splnit tyto požadavky a umožňují nacházet odpovědi na různé otázky, které trápí řídicí pracovníky ve výrobě, v útvaru pro řízení jakosti, v obchodním oddělení i v dalších částech podniku. Díky informačním a funkcím, které mají prostřednictvím systémů MES k dispozici, mohou odpovědní pracovníci snáze omezovat vlivy kolísání vlastností surovin, hodnot technologických veličin, kvalifikace a přístupu pracovníků a stavu výrobních zařízení na kvalitu výroby, její rychlost a spolehlivost a nacházet správné odpovědi na otázky typu kde a jakým způsobem optimalizovat výrobní procesy. Umožňují zvyšovat efektivitu přímé připojení lidí a nastavit vazby na nadřazené systémy informačních systémů kategorie ERP (Enterprise Resource Planning), který je informační celopodnikový systém. Pokud jeden z těchto systému chybí nebo neumí vzájemně komunikovat, vzniká zde problém. Informační problém. Proto, MES dokáže pomoci podniku zlepšit schopnost konkurence o svých výrobců na trhu. Tak, MES potřebuje pro podniky. [4]

## 1.5 Integrace s ERP systémy

Na MES, schopné shromažďovat ohromné objemy údajů o výrobě, se pozornost soustředila především s cílem zajistit životně důležité spojení mezi výrobou a podnikovými informačními systémy ERP.

MES je otevřený systém, který vyplňuje mezeru mezi podnikovými systémy ERP a procesní automatizací přes standardní komunikační technologie. Obousměrná komunikace s podnikovými systémy. Z podnikového systému čerpá definice technologických postupů (receptur a jejich operací), materiály, suroviny, výrobní příkazy. Opačně, tj. směrem do ERP systému předává MES informace o průběhu výroby zakázky, rozpracovanosti výroby, zahájení a ukončení jednotlivých výrobních operací, skutečný počet shodných výrobků, skutečná spotřeba materiálu a surovin, počet a typy neshod. Díky obousměrné komunikaci s podnikovými systémy umožňuje operativní výměnu výrobních informačních - podkladů pro výrobu, kmenových dat, výrobních příkazů, průběhu výrobního procesu, odvedené výroby, skutečné spotřeby, apod. Díky své může MES integrovat i další systémy jiných výrobců (systémy správy dokumentace, speciální laboratorní systémy, systémy údržby...) [5]



**Obr. 1.1.** MES přemostňuje mezeru mezi výrobou a administrativní správou podniku. [ 2 ]

## **1.6 Trendy v informačních výrobních systémech MES.**

Dnešní informační systémy nabízejí celou řadu principů a metod pro plánování a řízení výroby. Tyto teoretické postupy existovaly již dříve, ale prudký rozvoj informačních technologií jim dnes umožňuje pracovat ve zcela jiné dimenzi.

Trend – optimalizace krátkodobého plánu: [7]

- velikost výrobní dávky
- sekvence výrobních dávek s ohledem na úzku místa či kritickou cestu
- rozvrhu seřizovačů
- alokace materiálu

Trend – optimalizace řízení výroby:

- kritická cesta
- operace jejichž zpožděním zpozdíme celý plán
- dopředný a zpětný plán
- operace, které se zastavily jsou kritické

## **1.7 Příklady průmyslových sektorů pro aplikace MES.**

V praxi je systému MES využit ve všech typech výroby a průmyslových odvětvích: [8],[9]

- automobilový průmysl
- finální výrobci
- subdodavatelé komponent (brzdy, skla, airbagy)
- potravinářský průmysl
- chemický průmysl
- farmaceutický průmysl
- elektrotechnický průmysl
- strojírenský průmysl (lisování kovů, kovoobrábění, lisování a vsřikování plastů...)
- nábytkářský průmysl
- tiskařský průmysl



## **2 Funkční oblasti dle MESA**

MESA (Manufacturing Execution System Association) je mezinárodní asociace, která sdružuje firmy zabývající se řešením problematiky MES pomocí softwarových systémů. Tato organizace definovala 11 základních funkcí, které by měl systém MES vykonávat:

### **2.1 Krátkodobé rozvrhování (Operations Scheduling).**

Krátkodobé rozvrhování většinou spočívá ve vytváření krátkodobých harmonogramů, jež vycházejí z plánů vytvořených nad stavbovými ekonomickými systémy (např. ERP) na základě objednávek. Plánování sekvencí výrobních operací na základě priorit, příznaků, charakteristik, výrobních pravidel spojených s daným výrobním zařízením a specifickými charakteristikami produktu (tvar, barva...). Operační detailní rozvrhování rozpoznává alternativy a překrývající se nebo paralelní výrobní operace, detailně kalkuluje vytížení výrobního zařízení tak aby se co nejvíce přiblížilo zadaným normám. To umožňuje tvorbu krátkodobých (směna, den) výrobních rozvrhů zohledňujících sekvence výrobních operací a jejich rozvržení mezi jednotlivá výrobní zařízení tak, aby se předešlo zbytečnému přestavování, prostojům, aby byla minimalizována spotřeba energie, omezeny dopravní operace apod. [3],[6]

### **2.2 Přidělování zdrojů a kapacit ( Resource allocation and status).**

Přidělování a sledování zdrojů a kapacit: strojů, nástrojů, dovednosti personálu, pracovních sil, materiálu, ostatního zařízení, dokumentace apod. MES systémy většinou pracují se skutečnou a aktuálně dostupnou kapacitou zdrojů s přihlédnutím k ostatním skutečnostem ve výrobě. Zejména při operativním plánování výroby je nutné mít aktuální informace o dostupnosti a využití zdrojů v reálném čase. Poskytuje také detailní záznamy historie přidělování zdrojů. [3],[6]

## 2.3 Dispečerské řízení výroby (Dispatching Production Unit).

Dispečerské řízení výrobních jednotek spočívá především v přidělování výrobních jednotek podle zadaných pracovních příkazů a rozvrhů, tato funkce je automaticky informována o požadavcích na provedení výroby pro konkrétní výrobní operaci (potřebný množství materiál, energie, receptura, stroje, množství výrobků, skutečné parametry aj.) a ve sledování aktuálních stavů výrobního úseku. Poskytuje přehled o rozpracované výrobě a umožňuje zvýšit operativnost a rozhodování při řízení výroby a si zobrazit informace o kvalitě a vykonání zakázky. Lze měnit pořadí výrobních zakázek, jejich parametry, přiřazené materiály a stroje, a ovlivnit tak rychlost výroby a její kvalitu. Má spojení na údržby i na instituce mimo podnik (lékaře, hasiče...). [2],[3]

Alarmy Sklad barev **Výrobní Informační Systém (MES)** Lakovna 25/3/2002 2:59:58 PM

Vytvoření identifikačního čísla auta: 2DzlutaxxSR

<b>Typ auta</b> 2Dver 2Dver 3Dver 4Dver 5Dver	<b>Karoserie na skladě</b> 2DverSR0111291135192 2DverSR011129113581 2DverSR011241056221 2DverSR01124105699 <input checked="" type="checkbox"/> Střešní okno <input type="checkbox"/> Spoiler	<b>Barva</b> zluta cervena hneda modra zelena modrozelená Množství na skladě 922 litrů	<b>Volné vozíky</b> vozik0006 vozik0007 vozik0010	<b>Zadání do výroby</b> Čas ukončení výroby 25/3/2002 3:40:14 PM Priorita 10 Vytvoř číslo auta
--	--	--	--	--

**Razení zakázek do výroby**

- ☐ Priorita
- ☐ Konec výroby
- ☒ Priorita, Konec výroby
- ☐ Konec výroby, Priorita
- ☐ Barva
- ☐ Priorita, Barva

**Připravená auta do výroby**

Identifikační číslo	Žadání konec výroby	Priorita
5DzelenaSPSR11767	23/11/2001 4:05:00 PM	12
2Dcervanaxxy13370	25/3/2002 11:22:35 AM	10
3DmodraxxSR14067	25/3/2002 11:22:51 AM	10
4Dhnedaaxxy12233	25/3/2002 11:23:04 AM	10
5DzelenaSPSR11768	23/11/2001 4:05:00 PM	1

Změň prioritu  
Změň žad. čas konce výroby

Start auta do výroby

Svítili zelená, můžete startovat nové auto do výroby.

**Plán výroby z ERP** **Přijmí zakázky z plánu výroby**

Zakázka	Typ karoserie	Barva	Střešní okno	Spoiler	Žadání mn.	Dáno do v	Hotovo	Expedováno	Žadání konec v
2011123006	3Dver	cervena	Ano	Ne	3	0	0	0	18/12/2001 10:50
2011123005	2Dver	zluta	Ne	Ne	3	0	0	0	18/12/2001 12:49
2011123007	4Dver	hneda	Ne	Ano	3	0	0	0	18/12/2001 1:51:0

Ruční operace Sklad barev Tvorba zakázky Výstupní kontrola Oprava Reporty

Přehled o výrobě Sklad karosérií Lakovací linka Barevné karosérie Výroba barvy Výrobní zařízení

Obr. 1.2. Příklad zadávání zakázek do výroby a jejich řazení [2]

## **2.4 Správa dokumentace (Document Control)**

Správa dokumentace se stará o všechny potřebné záznamy a dokumenty: výrobní postupy, výrobní příkazy, pracovní instrukce, výrobní a havarijní plány, harmonogramy, receptury, informací o průběhu a výsledcích výroby udržovaných spolu s výrobní jednotkou, jejich předávání na úroveň řízení technologie. Obsluze zařízení posílá instrukce operátorům, poskytuje receptury pro řídicí systémy. Může spravovat v oblasti životního prostředí, zdraví, bezpečnostního práce a sledovat jejich dodržování, i vazbu na řízení jakosti podle norem ISO. Uchovává historická data. [3]

## **2.5 Sledování toku materiálu (Product Tracking and Genealogy)**

Sledování toku materiálu poskytuje přehled o celém výrobním procesu (od vstupního suroviny až po expedici hotových výrobků). Sleduje pohyb materiálu ve skladu, jeho přesun do výrobky a zadání výrobních požadavků, průchod vyráběného výrobku výrobou včetně spotřebovaných materiálů, oprav, víceprací až do skladu hotových výrobků ve výrobě. Kdykoliv je tedy možné vidět množství, umístění a stav materiálu na skladě i stav a množství rozpracované výroby. Všechny tyto aktivity jsou zaznamenávány do databáze a vytváření kompletního rodokmenu výrobku (detailní záznam skutečné výrobní historie, složení výrobku, pohyb materiálu a výrobků ve skladech a souvisejících aktivit během jeho výroby). [2]

## **2.6 Analýza výkonnosti (Performance Analysis).**

Analýza výkonnosti jako funkční oblast porovnává v okamžiku dosažené výsledky ve výrobě s historií a očekávanými výsledky. Výsledky zahrnují jak měření tak využití zdrojů, dostupnost zdrojů, čas výrobního cyklu, shodu s plánem a výkonnost vzhledem ke standardům. Predikuje odhady ekonomických výstupů. V reálném čase je možné sledovat plnění plánu porovnáním počtu vyrobených a požadovaných kusů nebo porovnáním řádného času ukončení výroby a aktuálně přepočítaného času předpokládané ukončení výroby. Tyto údaje jsou rovněž zaznamenávány do databáze a následně lze analyzovat výkonnost v souladu se všemi dalšími údaji o průběhu výroby. Lze tak zjistit příčinu poklesu výkonnosti výroby z důvodu nižší kvality a následných oprav, často prováděné údržby nebo neplánovaných oprav, nedostatku materiálu, přestavování strojů... [3]

## **2.7 Sledování pracovníků (Labor Management).**

Sledování pracovníků je funkční oblast poskytující v první řadě informace o výrobním personálu (vzdělání, certifikáty, zvláštní znalosti a dovednosti). V interakci s přidělováním zdrojů napomáhá optimálně vybírat pracovníky, kteří mají platnou certifikaci pro konkrétní úkoly a sledovat kdy jim certifikace vyprší a tito pracovníci budou muset absolvovat nové školení. U každého pracovníka je možné sledovat čas příchodu na pracoviště a čas odchodu z pracoviště. Lze tak sledovat a analyzovat kvalitu práce (počet zmetků, odpadu aj.) a výkonnost (počet vyrobených kusů, čas operace aj.) jednotlivých pracovníků. [3]

## **2.8 Řízení údržby (Maintenance Management).**

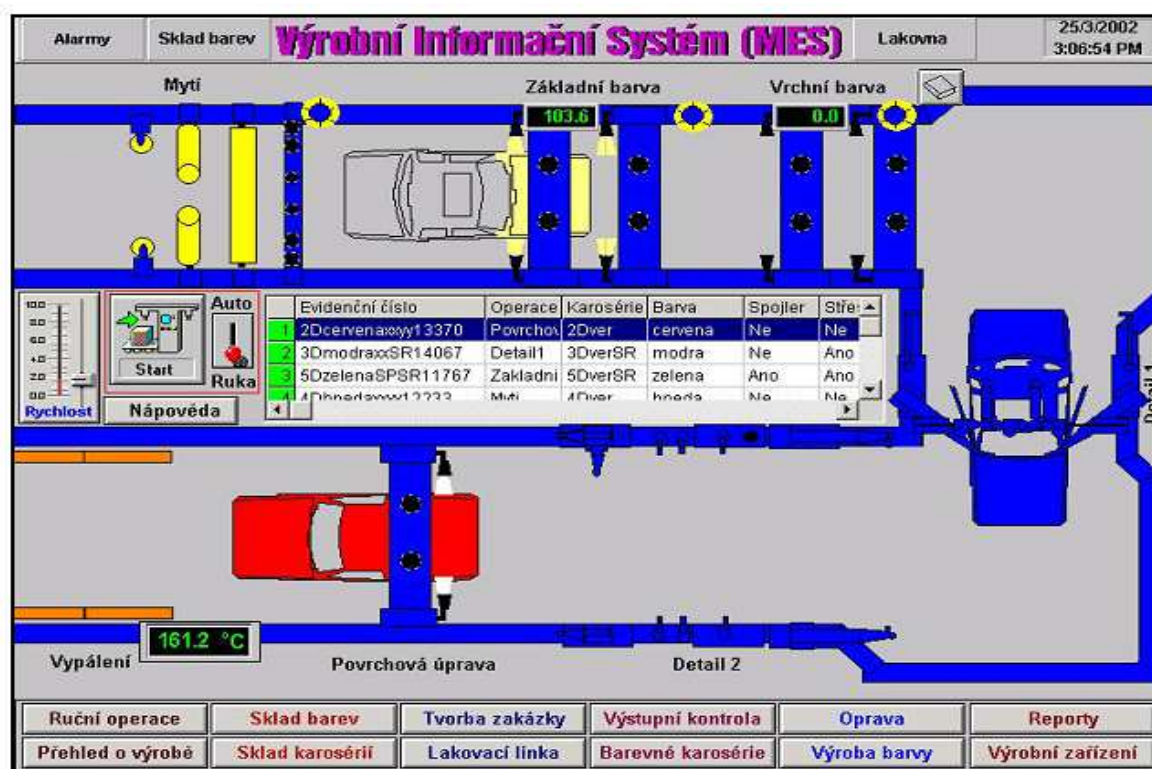
Funkční oblast plánování a řízení údržby sleduje a řídí aktivity vykonávané s cílem udržovat výrobní prostředky v takovém technickém stavu, aby se předešlo neplánovaným přerušením výroby. Poskytuje rozvrhování periodické i preventivní údržby a také reakci na bezprostřední. Pracovníci údržby potřebují plánovat provedení údržby stroje podle skutečného provozu a opotřebení výrobních zařízení. Lze také nadefinovat maximální hranici (počet vyrobených kusů, počet motohodin aj.) a nepovolit použití stroje do výroby, pokud nebude provedena údržba, aby se stroj nerozbil nebo nevyráběl zmetky. Udržuje historii posledních událostí nebo problémů pro podporu jejich diagnostiky. [3],[2]

## **2.9 Řízení jakosti (Quality Management).**

Řízení jakosti je funkční oblast získání měření z výroby v reálném čase s cílem sledovat kvalitu vyráběného produktu. V reálném čase zajišťuje analýzy dat z výrobního procesu, zajišťuje řízení kvality výroby, identifikuje nežádoucího odchylku ve výrobě a doporučuje akce vedoucí k jejich korekci. Analýza historie výroby umožňuje vytváření statistických reportů. Lze vyhodnocovat nejčastější příčiny nekvality výroby, odstávek strojů, provádět statistické analýzy výsledků kontrol a sběru procesních parametrů. V případě zjištění nekvality je možné okamžitě zastavit další zpracování výrobní zakázky nebo zastavit výrobní zařízení a nevyrábět nekvalitní zboží. Využívá statistické metody SPC/SQC (Statistical Process Control/Statistical Quality Control) sbírat data z procesu, vyhodnocovat je a vyhlašovat statistické alarmy.[3]

## 2.10 Řízení výrobního procesu (Process Management).

Řízení výrobního procesu představuje typická množina operátorských funkcí, které spočívají v monitorování výrobních procesech, automatických korekcích výroby, poskytování podpory pro rozhodování operátorů vedoucí ke zlepšení parametrů výrobního procesu, zajišťující korekci a řízení alarmu. Většinou se řeší výrobní situace na významných technologických uzlech, soustavách nebo linkách, včetně práce se systémem varovných hlášení (alarmů) a odstranění jejich příčin. Zpřehledňuje tok; stav; množství materiálu, surovin a hotových výrobků a chod strojů.[3],[2]



Obr. 1.3. Ukázka jednotného operátorského rozhraní s funkcemi MES [2]

## **2.11 Sběr a archivace dat (Data Collection/Acquisition).**

Sběr dat je základní stavební kámen všech MES systému. Je funkční oblast získání informací o operacích ve výrobě; poskytnutí v reálném čase vyhodnocení stavů o výrobních zařízeních a procesu, historii procesu; parametrická data z výrobních zařízení a procesu. Data podnikové úrovně jako je statistické řízení procesu, sledování materiálu, správa lidských zdrojů, termíny a docházka, reporty a genealogie produktu. Data jsou ve výrobním provozu snímání ručně nebo nepřetržitě automaticky, data se mohou sbírat skenováním čárových kódů nebo ukládáním dat do paměti tzv. datového skladu, kde se zpracovávají a třídí velké množství dat. Snižuje náklady na sběr dat, zajišťuje jejich přesnost a úplnost. Zabezpečuje nepřetržitý sběr dat z výroby v reálném čase, jejich dlouhodobou archivaci a dostupnost pro další zpracování. Nedílnou součástí je ochrana dat proti ztrátě i proti zneužití. Cílem sběru dat v MES systému jsou komunikace a zásobování dat mezi různými úrovněmi podniku. [3],[6]

### **3 Přínosy aplikací systému MES do výrobní podniky: [10],[11]**

#### **3.1 Přínosy pro vrcholový management podniku:**

- zefektivnění výrobního procesu a optimalizace návaznosti výrobních operace od přijetí objednávky po zaskladnění finálního výrobku nebo polotovaru,
- snížení vázaných finančních prostředků vlivem omezení zásob surovin i hotových výrobků na skladě,
- lepší možnosti při jednání se zákazníky díky viditelnosti rozpracované výroby a plnění zakázek v reálném čase,
- snížení nákladů na jednotlivé operace díky optimalizaci výroby a zkrácení doby výrobních operací,
- zvýšení spolehlivosti a hodnověrnosti u zákazníků zásluhou včasných dodávek,
- snadnější adaptace výroby při požadavku na různé varianty a modifikace výrobků,
- zrychlení návratnosti investičních prostředků vložených do výrobních zařízení,
- rychlejší uvedení nových výrobků na trh a zvýšení podílu na trhu.

#### **3.2 Přínosy pro vedoucí pracovníky ve výrobě:**

- snadná výměna dat s dalším informačními systémy v podniku ( ERP, SCM...),
- okamžitý přehled o výrobě v reálném čase kdykoliv a odkudkoliv,
- automatizace a zefektivnění sběru výrobních dat,
- zkrácení dob jednotlivých operací i celkové výrobní cesty,
- zlepšení kvality výroby a minimalizace odpadu,
- zmenšení objemu zbytečně rozpracované výroby i množství zásob, které ušetří výrobní i skladové prostory,
- rychlejší uvedení nových výrobků do výroby,
- nahrazení průvodní výrobní dokumentace elektronickou formou,
- on-line komunikace s podnikovými informačními systémy,
- podrobný elektronický záznam skutečné výrobní historie a její snadné dohledání pro vyřízení reklamací, dokladování dodržení kvality, zjištění výkonnosti, nalezení problémových míst (úzká hrdla, příčiny nekvality),

### **3.3 Přínosy pro obsluhu strojů a linek:**

- přehled o skutečném využívání a prostojích výrobních zařízení,
- obsluha má přehled o pořadí, prioritách a stavu zpracovávaných zakázek v reálném čase, a to i konkrétní výrobní operace,
- obsluha má dispozici informace o průběhu výroby předchozích zakázek pro vyhodnocení a uskutečnění případných optimalizací a korektur při nastavení výrobních zařízení,
- obsluha může zaznamenat a kdykoliv si zobrazit informace o kvalitě a vykonání zakázky (čas operace, množství odpadu, už spotřebované a ještě potřebné materiály, požadované a aktuálně možný čas ukončení výroby),
- obsluha je automaticky informována o požadavcích na výrobu (jaké materiály, jakou recepturu, jaké stroje, jaké množství, požadované parametry, skutečené parametry...),
- pro obsluhu jsou dostupné informace o plánovaných odstávkách strojů a linek i aktuálně vykonávané údržbě nebo opravách.

### **3.4 Přínosy pro oddělení údržby:**

- automatické vedení elektronických provozních deníků, správa údržby,
- informace o skutečném používání strojů pro zlepšení plánování preventivní údržby,
- analýza chodu strojů, jejich životnosti a spolehlivosti, analýza vykonávání oprav (rychlost, časy, četnost),
- včasná informace o alarmových stavech ve výrobě (překročení limitních mezí, nefunkčnost zařízení aj.).

### **3.5 Přínosy pro obchodní oddělení a plánování výroby:**

- zefektivnění operativního řízení a plánování výroby,
- informace o skutečném stavu zásob i hotových výrobků v reálném čase,
- informace o stavu rozpracovaných zakázek (kde se nacházejí, kdy se předpokládá dokončení...),
- informace v reálném čase o rozpracování zakázek a připravenosti strojů, které jsou určeny k aktualizaci výrobních plánů.



## **4 Analýza MES v České republice**

Analýzu lze rozdělit na 2 části. V první části bude provedena analýza MES podle MESA, druhá je zaměřena na potřeby podniků a využívané moduly.

### **4.1 Analýza firmy nabízí MES**

V této části bakalářské práce budu hodnotit rozvinutost a rozsah schopností u MES systémů nabízených v České republice. Popisovány budou systémy vytvořené firmami COMES, PHARIS, WONDERWARE, PROXIA, HYRA, které poskytly podrobné informace. Hodnotící prvky modulů MES systémů dle MESA jsou:

- krátkodobé rozvrhování
- přidělování zdrojů a kapacit
- dispečerské řízení výrobních jednotek
- správa dokumentace
- sledování toku materiálu
- analýza výkonnosti
- sledování pracovníků
- řízení údržby
- řízení výrobního procesu
- řízení jakosti
- sběr a archivace dat.

MODULY	MES COMES	MES PHARIS
krátkodobé rozvrhování	Plánování sekvencí výrobních operací na základě priorit, příznaků, charakteristik, výrobních pravidel spojených s daným výrobním zařízením a specifickými charakteristikami produktu (tvar, barva nebo jiné charakteristiky). Plánování zohledňuje alternativní a překrývající se nebo paralelní výrobní operace, detailně kalkuluje vytížení výrobního zařízení tak aby se co nejvíce přiblížilo zadaným normám.[12]	Nabízí plnohodnotný integrovaný grafický nástroj ve formě ganttova diagramu pro detailní plánování výrobních dávek (šarží). Výrobní dávky jsou spojeny s konkrétním produktem, který vybírá uživatel z evidence produktů. Do plánování (konkrétních šarží) se dále přenáší zakázky (z rezervačního listu). Při plánování dochází k automatické on-line rezervaci výrobních zdrojů s časovou závislostí, nejčastěji sem patří rezervace surovin, zařízení, lidských zdrojů a obalových jednotek.[13]
přidělování zdrojů a kapacit	Umožňuje přímé řízení výrobních zdrojů(stroje,nástroje, laboratorní dovednosti, materiál, další potřebná zařízení, dokumenty a další), které musí být dostupné pro zahájení a dokončení výroby. Řízení zdrojů může obsahovat lokální rezervaci zdrojů nutnou k dosažení plánovaných výrobních cílů.[12]	Nabízí následující funkcionality: - Zobrazení pohledu na plán přes zdroje. - Výběr zdrojů pro zaplánování. - Výběr multizdrojů pro zaplánování. - Výběr výrobních zakázek pro zaplánování. - Editace výrobní zakázky. - Nastavení plánu (optimalizace plánu). - Výpočet a simulace plánu. - Editace výrobního plánu.[14]
dispečerské řízení výrobních jednotek	Přidělení výroby danému zařízení nebo pracovníkovi (formou pracovních příkazů, dávek, objednávek) v daném množství a pořadí. Provádění změn na základě aktuální situace ve výrobě. [12]	Nabízí obsluhu následující možnosti: - Definice spotřeby surovin, materiálů. - Definice parametrů jednotlivých operací. - Definice sekvence výrobních operací. - Přiřazení vstřikovací formy. - Přiřazení příloh spojených s operací zakázky (technologický postup, instruktážní video, seřizovací list, ...). - Přiřazení schváleného výrobního programu pro danou operaci. - Definice klíčových parametrů. - Definice výrobních zdrojů. - Definice plánovaných časů pro jednotlivé etapy výroby. - Definice požadovaných zkoušek.[14]

správa dokumentace	Správa záznamů a formulářů (pracovní instrukce, receptury, schémata, standardní operační postupy, programy, záznamy o výrobních dávkách, poznámky o inženýrských změnách, záznamy z komunikace jednotlivých směn) udržovaných spolu s výrobní jednotkou, jejich předávání na úroveň řízení technologie. Taktéž může obsahovat předpisy týkající se životního prostředí, zdraví, bezpečnosti práce. [12]	Použití operátorských terminálů, které nabízejí obsluhu následující funkcionality: - Možnost zobrazení výrobní dokumentace spojené s právě probíhající operací zakázky (číselníky, fotodokumentace, výkresy, seřizovací list, instruktážní video...) - V případě přihlášení do servisního režimu je možnost nahrávat/stahovat aktuální schválený CNC program. - Časová predikce dokončení zakázky, zobrazení skluzu (+/-). - Přihlásit se k prostoji - Výběr a přihlášení se k naplánované výrobní operaci.[14]
sledování toku materiálu	Sledování aktuálního stavu výroby. Uchovávané informace obsahují záznamy o pracovnících vykonávajících dané činnosti, materiálu použitém během výroby, skutečných výrobních podmínkách, alarmech a výjimkách vztahující se k výrobku. Ze zaznamenaných informací je možno provádět dopředné i zpětné trasování jednotlivých komponentů a jejich použití uvnitř každého produktu. [12]	Tento modul poskytuje nástroje ke sledování významných veličin: Výrobních veličin - blížící se konec zakázky, úbytek materiálu na skladě pod minimální povolené množství, dostupnost obalových materiálů, palet...[13]
analýza výkonnosti	Okamžité protokolování výsledků výroby, jejich porovnání s historií a očekávanými výsledky. Výsledky zahrnují jak měření tak využití zdrojů, dostupnost zdrojů, čas výrobního cyklu, shodu s plánem a výkonnost vzhledem ke standardům. [12]	Tento modul KPI poskytuje souhrnný statistický pohled na ukončenou výrobu. Výsledky analýz lze zobrazit v grafické podobě, tabulky popř. reportu. Porovnání výsledků aktuálního stavu výroby s krátkodobou historií. OEE - hodnocení efektivity výrobních zařízení a prostojů. [14]
sledování pracovníků	Zaznamenává přihlášení a čas přítomnosti pracovníků na pracovištích, kontroluje jejich certifikace a testuje jejich znalosti. Sleduje nepřímé funkce jako je příprava materiálu a strojů jako základ pro kalkulace nákladů dle činností. Spolupráci s přidělováním zdrojů. [12]	Zaznamenává přihlášení a odhlášení pracovníka k výrobnímu pracovišti. Přihlášení probíhá pomocí osobního čárového kódu, uživatelského jména a hesla, nebo pomocí RFID čipu. Hodnocení přítomnosti obsluhy na pracovišti, reporting, kontrolní nástroj pro včasné zahájení a ukončení pracovní doby. [14]

řízení údržby	Správa zařízení a nástrojů, která zajišťuje jejich dostupnost (technický stav) nutnou pro výrobu. Obsahuje plánování preventivních a periodických prohlídek stejně tak jako možnost reakce na okamžitý problém. Udrží historii událostí a problémů jako pomoc při odstraňování problémů. [12]	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Automatická evidence počtu motohodin. Servisní technik má při opravě výrobního zařízení k dispozici nástroj který mu umožní nahlédnutí do historie oprav.</li> <li>- Ke každému výrobnímu zařízení mohou být připojeny souborové přílohy (návod k obsluze, servisní list, kalibrační list, technický list, fotodokumentace zařízení, schémata zapojení a další.).</li> <li>- Plánování termínů údržby, kalibrací, seřízení pro každého zařízení.</li> <li>- Automatické upozorňování zvoleného uživatele na plánovanou událost nebo alarm (formou email, sms, klient) v dostatečném předstihu.</li> <li>- Automatické zaznamenávání stavů stroje do provozního deníku zařízení při využití napojení na výrobní zařízení (stroj v chodu, v poruše...).[14]</li> </ul>
řízení výrobního procesu	Monitorování výrobního procesu, automatické korekce, podpora pro rozhodování operátorů vedoucí ke zlepšení parametrů výrobního procesu. Obsluha a distribuce alarmů při změnách procesu mimo tolerance. [12]	<p>Zajišťuje řízení a sledování rozpracované výroby šarže (výrobní dávky) od zahájení výrobního příkazu až po finální propuštění produktu. Jedná se zejména o následující informace:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifikace osob podílejících se na výrobě a jejím propouštění.</li> <li>- Použitá zařízení.</li> <li>- Vstupující materiály, polotovary.</li> <li>- Technologické hodnoty, alarmy.</li> <li>- Hodnoty z vážných systémů, měřících přístrojů.</li> <li>- Poznámky a komentáře zodpovědných osob...[13]</li> </ul>
řízení jakosti	V reálném čase zajišťuje analýzy dat z výrobního procesu, zajišťuje řízení kvality výroby, identifikuje nežádoucí odchylky a doporučuje akce vedoucí k jejich korekci. Obsahuje funkce pro podporu řízení jakosti, jako například <b>SPC</b> . [12]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Použití klíčové výrobní ukazatele <b>BTL</b> – Kvalitativní analýza výroby - hodnocení výroby a hodnocení neshodné výroby.</li> <li>- Použití operátorských terminálů: Odvádění výroby (počty výrobků, včetně neshodné výroby a typu neshody); [14]</li> </ul>
sběr a archivace dat	Zabezpečuje získání a sběr dat z výroby, jejich archivaci, poskytuje okamžitou informace o stavu zařízení a výrobního procesu.[12]	Technologická a výrobní data jsou automaticky sbírána a ukládána ve dvou oddělených databázích (výrobní a technologická). Tyto informace se dále automaticky přenášejí do elektronického záznamu o šarži.[13]

MODULY	MES WONDERWARE	MES PROXIA
krátkodobé rozvrhování	InTrack přijme krátkodobý plán z ERP systému a pokud je vše v pořádku, není potřeba žádný zásah do tohoto plánu. Může ale vzniknout okamžitý požadavek na výrobu a je potřeba přeradit pořadí podle různých kritérií jakými mohou být priorita, žádaný čas dokončení výroby, typ materiálu aj. Druhým případem zásahu do výrobního plánu může být problém ve výrobě. Výpadek stroje je potřeba řešit přesměrováním na jiný stroj, nedostatek jedné suroviny způsobí přerazení zakázek atd. V takových případech systém InTrack může automaticky zareagovat na vzniklou situaci nebo informovat operátory.[2]	Trend směřující ke stále rozmanitějším a individuálnějším modelům pracovní doby je nepřerušen. Pružný směnový režim a situačně závislé strategie při personálním plánování jsou dnes ve výrobních závodech spíš pravidlem než výjimkou. Jsou to výzvy, se kterými se musí vypořádat stále více zpracovatelských a výrobních podniků. Přitom záleží na tom, aby byli pracovníci k dispozici ve správném okamžiku co nejdříve v dostatečném počtu. A sice tak, aby byly potřeby optimálně kryty a aby pracovní oblast odpovídala kvalifikaci pracovníka. Pro detailní plánování výrobních zakázek zásobuje tento software PROXIA dispečink směnový modely a kvalifikačními atributy pracovníků. [15]
přidělování zdrojů a kapacit	V modelu výroby systému jsou ve výrobním procesu definovaná výrobní zařízení, které je možné použít. Lze definovat primární a alternativní výrobní zařízení. V kusovníku InTracku jsou definovány vstupní materiály a jejich alternativy. Před začátkem výroby zakázky lze zkontrolovat dostatek surovin a vyhradit je pro konkrétní zakázku. Pokud není dostatek surovin, lze poslat požadavek na jejich zakoupení a dodání do výroby.[2]	Dnešní ERP systémy většinou obsahují možnost plánovat do omezených kapacit zdrojů. Tyto kapacity se ovšem pohybují v teoretické rovině. Jejich skutečná aktuální dostupnost a kapacita se od teoretické značně liší. MES systémy většinou pracují se skutečnou a aktuálně dostupnou kapacitou zdrojů s přihlédnutím k ostatním skutečnostem ve výrobě. Zejména při operativním plánování výroby je nutné mít aktuální informace o dostupnosti a využití zdrojů.[15]
dispečerské řízení výrobních jednotek	Poskytuje přehled o pořadí, prioritách a stavu zpracovávaných zakázek v reálném čase. Obsluha je automaticky informována o požadavcích na provedení výroby pro konkrétní výrobní operaci (použité materiály, receptura, stroje, množství výrobků, žádané parametry, skutečné parametry aj.). Obsluha může zaznamenat a kdykoliv si zobrazit informace o kvalitě a vykonání zakázky. [2]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obousměrná ERP rozhraní</li> <li>- Plánování využití strojů</li> <li>- Plánování zakázkových sítí</li> <li>- Paralelní simulační možnosti a jejich porovnávání pomocí simulačního pomocníka</li> <li>- Kapacitní vytížení plánovat v rozšiřitelné oblasti</li> <li>- Plánování s ohledem na kapacitu stroje a faktor využití</li> <li>- Zohlednění dob přepravy a uskladnění[15]</li> </ul>

správa dokumentace	Zajišťuje distribuci pracovních příkazů podle výrobního plánu na jednotlivé operace. Každý pracovní příkaz obsahuje informace o typu vyráběného výrobku, potřebných vstupních materiálech, žádaných procesních hodnotách (teplota, tlak aj.), dokumenty s pracovními instrukcemi, bezpečnostními předpisy, výrobními schémata apod.. InTrack zaznamenává kompletní historii výroby a tato data poskytuje všem zainteresovaným pracovníkům v podniku. [2]	Pomocí PROXIA DNC lze personálu u strojů a zařízení nebo na montážních pracovištích sdělovat výrobní a montážní informace. Prohlížeče pro různé datové formáty lze použít k zobrazování fotografií, obrázků, výkresů a dokumentů. Zadávací možnosti zajišťují obousměrný tok informací. Lze tak vrátet zpětnovazební informace do plánovací úrovně. Veškeré informace, potřebné pro zpracování a výrobu, jsou uloženy v databázi a jsou kdykoliv přímo dostupné.[16]
sledování toku materiálu	Sleduje tok materiálů celým výrobním procesem. Sleduje od jakého dodavatele je přijímaný materiál, určuje a sleduje do jakého skladu a umístění se uskladní. Je sledování pohyb materiálu ve skladu a jeho přesun do výroby. Ve výrobě InTrack sleduje zadání výrobních požadavků, průchod vyráběného výrobku výrobou včetně spotřebovaných materiálů, oprav, víceprací až do expedice hotového produktu do skladu hotových výrobků. [2]	ToolDIRECTOR Skladování a logistika – Ve skladu panuje pohyb. Pro fungující skladovací a logistické řešení je evidování pohybu zásob základním předpokladem. Eviduje-li se nespolehlivě, nelze ze systému získat spolehlivé poznatky. Pomocí modulu PROXIA ToolDIRECTOR Správa nástrojů se do popředí posune i tato část procesu.[15]
analýza výkonnosti	InTrack odbavuje požadavky na výrobu a porovnává jejich plnění se skutečností. V reálném čase je možné sledovat plnění plánu porovnáním počtu vyrobených a požadovaných kusů nebo porovnáním žádaného času ukončení výroby a aktuálně přepočítaného času předpokládaného ukončení výroby. Sleduje výtěžnost pro každou operaci a porovnává ji s definovanou předpokládanou výtěžností. Lze zjistit příčinu poklesu výkonnosti výroby.[2]	KPI jsou provozní klíčové ukazatele, které odrážejí výkon a hospodárnost podniku. Ukazují-li vám KPI, že v zadaném časovém období již nebudou realizovatelná plánovaná data, můžete do procesu příslušně zasáhnout. Srovnání realizovaných procesů s ukazateli aktuálních průběhů je kromě toho významnou součástí kontinuálního zlepšovacího procesu. KPI poskytuje detailní vyhodnocení týkající se všech relevantních veličin ovlivňujících procesy. OEE – přesné zjištění produktivity. [15]

sledování pracovníků	Lze tak sledovat a analyzovat kvalitu práce (počet zmetků, odpadu aj.) a výkonnost (počet vyrobených kusů, čas operace aj.) jednotlivých pracovníků. U každého pracovníka je možné sledovat čas příchodu na pracoviště a čas odchodu z pracoviště. Pro vybrané náročné nebo specifické operace lze určit pracovníky, kteří mají platnou certifikaci pro tuto operaci, a sledovat kdy jim certifikace vyprší a tyto pracovníci budou muset absolvovat nové školení. Systém povolí provádět příslušné operace jenom zaměstnancům, kteří mají platné certifikace.[2]	PROXIA PZE registruje příchody /odchody pracovníků pomocí datových terminálů a kontroluje okamžitě oprávnění a správné pořadí zápisů. Tato účtovací data se zaúčtují a se součtují v příslušných časových účtech. Absence z důvodu dovolené, nemoci nebo návštěvy odborné školy se zapisují do přehledného kalendáře. Pracovníci si mohou kdykoliv vyvolávat informace o odpracované pracovní době, saldech odpracované doby, zbytkové dovolené nebo další informace na evidenčních terminálech. Veškeré údaje lze použít pro evidenci hrubých mezd.[15]
řízení údržby	Pracovníci údržby potřebují plánovat provedení údržby stroje podle skutečného provozu a opotřebení výrobních zařízení. V systému InTrack jsou definované pravidelné cykly údržby a InTrack sleduje, který stroj je potřeba zkontrolovat. Lze také nadefinovat maximální hranici (počet vyrobených kusů, počet motohodin aj.) a nepovolit použití stroje do výroby, pokud nebude provedena údržba, aby se stroj nerozbil nebo nevyráběl zmetky.[2]	Poruchy strojů nebo zařízení je nutno zjistit včas, aby bylo možné reagovat rychle a se správnou strategií. Právě zde nastupuje sběr strojních dat (MDE), který vás neustále informuje o aktuálním stavu jednotlivého stroje a o stupni využití vaší výrobní kapacity. Vyskytne-li se nějaká porucha, lze rychle zjistit, ve kterém stádiu zpracování je právě zakázka na tomto stroji. Automatizované evidování stavů strojů a zařízení má za následek harmonizaci cyklů pořizování dat.[15]
řízení výrobního procesu	Obsluha má celkový a názorný přehled o dění ve výrobě. Vidí pracovní příkazy s jejich parametry, aktuální procesní hodnoty a jejich trendy, současné alarmy a historii vzniku a potvrzení alarmů, chod a funkčnost strojů včetně grafického zobrazení technologie a animací. Je možné pružně změnit typ výrobku na výrobní lince rychlým přestavěním parametrů nebo přizpůsobit výrobu velikosti výrobní dávky. InTrack zpřehledňuje tok, stav a množství materiálu, surovin a hotových výrobků a chod strojů.[2]	umožňuje okamžitý náhled na aktuální situaci ve zpracování a výrobě. V reálném čase se zobrazují např. doby chodu a vedlejší časy, počty kusů nebo hodnoty zmetkovitosti. PROXIA Online-Monitor je takto stejně ideální nástroj pro mistra v jeho fokusované oblasti, jako pro plánovače nebo pro vedoucího výroby, kde se klade důraz spíš na globální pohled.[15]

řízení jakosti	V případě zjištění nekvality je možné okamžitě zastavit další zpracování výrobní zakázky nebo zastavit výrobní zařízení a nevyrábět nekvalitní zboží. Analýza historie výroby umožňuje vytváření statistických reportů. Lze vyhodnocovat nejčastější příčiny nekvality výroby, odstávek strojů, provádět statistické analýzy výsledků kontrol a sběru procesních parametrů. Pro statistické sledování kvality výroby SPC v reálném čase je možné využít aplikaci Wonderware QI Analyst. [2]	CAQ evidence měřených dat. PROXIA CAQ poskytuje systémovou strukturu, umožňující sběr jakostních a měřených dat, a postupuje tyto informace ke statistickému vyhodnocení a k analýze integrací následným systémům. Kontrola provázející proces (samokontrola pracovníkem) a kontrola příjmu zboží nebo závěrečná kontrola jsou integrační složky modulu PROXIA CAQ. [15]
sběr a archivace dat	Napojení na řídicí systémy (PLC) různého druhu a na snímače identifikačních kódů (BCD snímače). Toto propojení umožňuje nejen sbírat z výrobních zařízení skutečná technologická data, ale např. i automaticky měnit parametry stroje podle právě vyráběného typu výrobku. Výrobní data mohou být do systému InTrack zadávána ručně nebo (lépe) sbírána automaticky z výrobního procesu.[2]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BDE sběr provozních dat:</li> <li>+ přihlášení a odhlášení zakázky</li> <li>+ identifikace personálu</li> <li>+ počet kusů, množství</li> <li>+ doby chodu</li> <li>+ prostoje</li> <li>+ jakostní data</li> <li>- MDE sběr strojních dat:</li> <li>+ automatické dokumentování procesních dat</li> <li>+ alarmování při výskytu poruch</li> <li>+ pro zajištění analýzy procesů.</li> </ul> <p>Automatizované evidování stavů strojů a zařízení má za následek harmonizaci cyklů pořizování dat.[15]</p>



Moduly	MES HYDRA
Krátkodobé rozvrhování	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stanovení plánu směn a podnikového kalendáře.</li> <li>- definice nastavení strojů, záznamy o výkonnosti strojů a typech poruch.</li> <li>- pravidla pro zaznamenávání dat a jejich odesílání.</li> <li>- výrobní příkazy lze plánovat se znalostí informací o požadovaných a dostupných zdrojích (strojích, lidech, materiálu, formách a nástrojích) a mít tak okamžitý přehled o důsledcích provedených změn plánu, poruch strojů nebo chybějících zdrojů.[17]</li> </ul>
Přidělování zdrojů a kapacit	<p>Základní charakteristiky:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zobrazení přiřazených kapacit</li> <li>- předpokládané zdroje</li> <li>- optimalizace nastavení strojů</li> <li>- automatické obsazování pracovišť</li> <li>- simulace pracovních směn změn přiřazení</li> <li>- optimalizace individuálních kapacit</li> <li>- sledování materiálu a stavu zásob</li> <li>- množství tabulek a vyhodnocení</li> <li>- interface na ERP systémy [18]</li> </ul>
Dispečerské řízení výrobních jednotek	<p>Lze plánovat se znalostí informací o požadovaných a dostupných zdrojích (strojích, lidech, materiálu, formách a nástrojích) a mít tak okamžitý přehled o důsledcích provedených změn plánu, poruch strojů nebo chybějících zdrojů. [8]</p>
Správa dokumentace	<p>Jedná se především o:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hlídání termínů zadanych úkolů a fází zpracování dokumentu</li> <li>- delegování úkolů a zastupování pracovníků</li> <li>- možnost přikládání příloh ke zpracovávaným dokumentům</li> <li>- eskalace nevyřízených úkolů na jinou osobu nebo nadřízeného podle organizačního řádu</li> <li>- okamžité poskytování údajů o stavu procesu</li> <li>- vytváření podkladů pro audit a optimalizaci oběhu dokumentů [19]</li> </ul>
Sledování toku materiálu	<p>Materiálové toky lze sledovat, řídit a plánovat jak ve výrobě, tak v jejím bezprostředním okolí (mezisklady). Ve spojení se systémy řízení skladů WMS lze např. reagovat na pokles materiálových zásob ve výrobě nebo v závislosti na aktuálním výrobním plánu směřovat vyrobený mezi produkt. Původ výrobků je možné zdokumentovat prostřednictvím sledování šarží a výrobních sérií (zpětná i dopředná dosledovatelnost).[8]</p>

Analýza výkonnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vyhodnocení prostojů a tříd poruch.</li> <li>- detailní vyhodnocení údajů pro každý stroj (realizovaná produkce, časy prostojů a jejich příčiny).</li> <li>- speciální vyhodnocení výrobních linek skládajících se z propojených strojů a zařízení.</li> <li>- reálné výpočty faktoru efektivity.</li> <li>- dlouhodobé archivování dat o strojích, skupinách strojů a nákladových střediscích.</li> <li>- množstevní a časově vztažené přehledy efektivity.</li> <li>- grafické vyhodnocení časových cyklů a akcí strojů.</li> <li>- výpočet klíčových údajů jako např.</li> </ul> <p>OEE (Celková efektivita zařízení), TPI (indikátor celkové produktivity) a MCE (efektivita výrobního cyklu) [17]</p>
Sledování pracovníků	<p>MES HYDRA poskytuje v oblasti lidských zdrojů každodenní podporu na základě:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- efektivního plánování, řízení pracovních programů a odměňování.</li> <li>- zaznamenávání a kalkulace mzdových údajů souvisejících s výkonností pracovníků.</li> <li>- kontroly přístupu ke vstupům do podniku i do jeho jednotlivých provozů.</li> <li>- docházku a absenci zaměstnanců lze zaznamenávat soustavně.</li> </ul> <p>Integrovaný systém vedení pracovní doby navíc na požádání dokáže vypočítat typ mzdy každého zaměstnance na základě individuálních modelů pro odměňování.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pomocí přístupových oprávnění zaměstnanců i návštěvníků lze snadno evidovat a řídit jejich pohyb po objektu.</li> <li>- personální kapacity je možné plánovat na základě požadavků objednávek s přihlédnutím ke kvalifikaci a dostupnosti zaměstnanců.[18]</li> </ul>
Řízení údržby	<ul style="list-style-type: none"> <li>- přehledy aktuálních stavů strojů (režimy, počty výrobků, časy)</li> <li>- grafické schéma souboru zařízení, které může být navrženo individuálně</li> <li>- časové cykly a počty jednotlivých akcí u zařízení pracujících v režimu taktované výroby</li> <li>- on-line kalendář údržby s volně definovatelnými údržbovými aktivitami a funkce signálních světel</li> <li>- vzdálené sledování strojů využitím webového prohlížeče</li> <li>- tok nástrojů je možné rychle, účinně a komplexně řídit i plánovat. K tomu lze využít jak záznamů o historii údržby nástrojů, tak údržbových plánů.[17]</li> </ul>

Řízení výrobního procesu	Zajistit lze sledování a řízení průchodu jednotlivých výrobků výrobním procesem a získávání informací potřebných například pro systém řízení kvality (parametry technologických operací a výsledky kontrol). Získaná data lze využít pro zpětný i dopředný tracing materiálových vstupů, rozpracované výroby i finální produkce na takové úrovni podrobnosti (šarže, paleta, balení, kus), která odpovídá charakteru výroby, požadavkům na kontrolu její kvality.[20]
Řízení jakosti	Provádění náležitých měření je nezbytné pro splnění požadavků v oblasti jakosti. Provádění plánování a řízení kontrol. Řízení reklamací. Strukturované vedení záznamů a dohled nad testovacími zařízeními prostřednictvím systému HYDRA vytváří další podmínky pro snižování nákladů na výrobu i řízení jakosti. HYDRA CAQ je nástroj pro sledování a zachování kvality výroby. Díky jeho modularitě, uživatelské přívětivosti a četným variantám hodnotících kritérií lze produkt HYDRA CAQ používat jako izolovanou aplikaci výhradně pro zajišťování jakosti nebo jako integrované řešení společně s dalšími moduly zaměřenými na oblast výroby a lidských zdrojů.[8]
Sběr a archivace dat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sběr dat probíhá na třech úrovních: Dílenská data, data ze strojů, procesní data.</li> <li>- Automatický sběr dat: Přímé napojení systému na senzory strojů umožňuje zaznamenávat v digitální podobě všechny základní informace (vyrobené kusy nebo metry, poruchy, apod.).</li> <li>- Manuální sběr dat: <ul style="list-style-type: none"> <li>• provozní režimy strojů a zařízení(seřizování, spouštění, výroba,apod.)</li> <li>• organizační prostoje (např. nedostatek zakázek nebo materiálu)</li> <li>• technické poruchy (vadné nářadí, elektrické a mechanické poruchy, aj.)</li> </ul> </li> <li>- Vyhodnocování dat: přehledy aktuálních stavů strojů, časové cykly a počty, online kalendář údržby s volně definovatelnými údržbovými aktivitami a funkce signálních světel [17]</li> </ul>

Tab. 1 Analýza firmy nabízí software **MES** v ČR

V tab. 2 jsou shrnuty základní informace o jednotlivých modulech.

<b>Moduly</b>	<b>MES COMES</b>	<b>MES PHARIS</b>	<b>MES WONDERWARE</b>	<b>MES PROXIA</b>	<b>MES HYDRA</b>
Krátkodobé rozvrhování	•	•	•	•	•
Přidělování zdrojů	•	•	•	•	•
Dispečerské řízení výroby	•	•	•	•	•
Správa dokumentace	•	•	•	•	•
Sledování toku materiálu	•	•	•	•	•
Analýza výkonnosti	•	•	•	•	•
Sledování Pracovníků	•	•	•	•	•
Řízení údržby	•	•	•	•	•
Řízení proces	•	•	•	•	•
Řízení jakosti	•	•	•	•	•
Sběr a archivace dat	•	•	•	•	•

Tab. 2 Srovnání vybraných MES systémů

- Splňuje
- Nesplňuje

Jak je ukázáno v tab. 2, firmy nabízející MES ve svých řešeních vychází z rámce vytyčeného organizací MESA a splňují téměř všechny požadavky, které jsou na ně kladeny. Zde je velmi dobře vidět modulové složení a komplexnost MES systémů.

## 4.2 Analýza firemních aplikací

Tato analýza vychází zejména z referenčních listů.

### 4.2.1 FORMPLAST PURKERT s.r.o (2011)

#### Výroba automobilových plastových komponent

**Projekt MES:** Výrobní informační systém pro elektronické odvádění výroby a automatický sběr dat ze vstřikolisů.

**Řešení:** Projekt realizoval nasazení výrobního informačního systému COMES pro elektronické odvádění/vyhodnocení výroby a online sběr dat o cyklech a technologických parametrech ze vstřikolisů. Systém COMES zabezpečuje funkce obousměrné komunikace výrobních dat s ERP systémem HELIOS, distribuci výrobních dat a dokumentace na uživatelské terminály ve výrobě, vizualizace stavů výrobních strojů v průběhu výroby, sběr výrobních dat z výrobních strojů(počty kusů, prostoje, klasifikace vad výrobků) a další MES funkce spojené s řízením výroby plastových výrobků. [21]

- online sběr dat z výrobních strojů a jejich vyhodnocení
- elektronické odvádění výroby s využitím terminálů ve výrobě
- obousměrná komunikace výrobních dat s ERP systémem HELIOS
- vizualizace výroby a vyhodnocení klíčových ukazatelů OEE

**Použité SW prostředky:** MS SQL Server

**Moduly systému COMES:** COMES LOGON, COMES MODELLER.

#### Použité moduly MES:

- krátkodobé rozvrhování
- dispečerské řízení výroby
- sběr a archivace dat
- sledování pracovníků
- analýza výkonnosti
- správa dokumentace
- řízení jakosti
- řízení výrobního procesu

#### 4.2.2 SAPELI a.s (2009)

**Projekt MES:** Výrobní informační systému COMES pro řízení a vyhodnocování výroby interiérových dveří značky SAPELI. **IT projekt roku 2009.**

**Řešení:** Projekt realizoval nasazení výrobního informačního systému COMES pro řízení a vyhodnocování výroby interiérových dveří značky SAPELI. Systém je nasazen na 3 navzájem navazujících výrobních úsecích, jejich součástí je i mezisklad. Systém COMES zabezpečuje funkce sběr přímého řízení výrobních operací (ruční a automatické) na výrobních linkách, řízení finálních úprav a oprav, sběr výrobních dat a vyhodnocování výroby po směnách, různé výrobní statistiky a další MES funkce. Projekt vytvořil komplexní řešení vybudováním komunikačního rozhraní od zákazníků přes konfiguraci zakázek až po přenos dat a přímé řízení strojů celé výrobní linky pro výrobu zákazníkem požadovaného výrobku. [21]

**Použité SW prostředky:** MS SQL Server.

**Použité moduly COMES:** COMES LOGON, COMES HISTORIAN, COMES MODELLER

**Použité moduly MES:**

- sběr a archivace dat
- sledování pracovníků
- správa dokumentace
- sledování toku materiálu
- dispečerské řízení výroby
- analýza výkonnosti
- řízení údržby
- řízení jakosti
- krátkodobé rozvrhování
- čárový kód

#### **4.2.3 PHILIP MORRIS (2008)**

**Projekt MES:** Výrobní informační systémy COMES pro řízení **výroby cigaret**

**Řešení:** Výrobní informační systém COMES zajišťuje řízení výroby počínaje přebíráním výrobních objednávek z ERP systému SAP, podporu operativního plánování a řízení výroby mistry, přiřazování výrobních sérií na jednotlivé výrobní stroje, výrobní reporting a zpětnou komunikaci stavů zakázek do SAP systému. Součástí MES funkčnosti systému COMES je také řízení systému dopravy krabic na paletizátor, řízení paletizátoru, kontrola správného označení jednotlivých krabic s výrobky čárovým kódem a vyřazování krabic s neshodným označením. [21]

**Použité SW prostředky:** MS SQL Server

**Použité moduly COMES:** COMES LOGON, COMES MODELLER

**Použité moduly MES:**

- sběr a archivace dat
- sledování pracovníků
- správa dokumentace
- čárový kód
- řízení výrobního procesu
- analýza výkonnosti
- krátkodobé rozvrhování
- sledování toku materiálů

#### **4.2.4 GRUPO ANTOLIN (2007)**

**Projekt MES:** Výrobní informační systém pro plánování a řízení výroby **automobilových komponent**.

**Řešení:** Projekt realizoval nasazení výrobního informačního systému COMES pro operativní plánování a řízení výroby interiérových dílů automobilů. Systém COMES zabezpečuje funkce komunikace s ERP systémem SAP pro příjem výrobních objednávek, automatické plánování výroby na 12 výrobních linkách (týdenní a denní plán), přidělování výrobních sérií na jednotlivé výrobní linky, sledování a řízení výroby jednotlivých linek, řízení přípravy surovin a jejich dopravy do linek, vizualizace stavů výrobních linek na IT síti závodu, sběr výrobních dat z výrobních linek (počty kusů, prostoje, klasifikace vad výrobků) a další MES funkce.[21]

**Použité SW prostředky:** MS SQL Server

**Použité moduly COMES:** COMES LOGON, COMES MODELLER.

**Použité moduly MES:**

- krátkodobé rozvrhávání
- sběr a archivace dat
- sledování pracovníků
- řízení výrobních procesů
- dispečerské řízení výroby
- analýza výkonnosti
- správa dokumentace
- přidělování zdrojů
- sledování toku materiálů



#### **4.2.5 LONZA BIOTEC, Kouřim (2006)**

**Projekt MES:** sběr, archivace, analýza a prezentace historických dat pro výroby farmaceutických substancí.

**Řešení:** Pro sběr, archivaci, analýzu a následnou prezentaci technologických dat byl nasazení výrobní informační systém COMES s moduly COMES LOGON a COMES HISTORIAN. Modul COMES HISTORIAN nahradil Data Manager, první instalovaný IT systém firmy COMPAS, který sloužil jako historizační server 1 generace a byl založen na OS Unix. COMES je modulární výrobní informační systém úrovně MES využívající technologické platformy Microsoft( SQL Server, ASP.NET, webové služby, integrace s MS Office, oprační systémy Windows server). Systém COMES využívá třívrstvou architekturu, Internet Exporer jako klient, IIS jako server, data jsou uložena v SQL databázi a v diskových souborech. V současné době systém COMES ukládá v LONZA Biotec technologická data z celkem sedmi databázích procesních řídicích systémů Simatic PCS/ Simatic PCS7. Celkem je archivováno 3700 vzorkovaných veličin. Pro zobrazení dat je v systému nakonfigurováno více jak 950 grafických pohledů, které může prohlížet až 20 uživatelů IT sítě podniku. Na připojeném obrázku je vidět jedna z funkcí COMES HISTORIAN sloužící k porovnání různých průběhů téže veličiny v čase. [21]

**Použité SW prostředky:** MS SQL Server, Windows 2003 server.

**Použité moduly COMES:** COMES LOGON, COMES HISTORIAN.

**Použité moduly MES:**

- sběr a archivace dat
- sledování pracovníků
- správa dokumentace
- řízení údržby

#### 4.2.6 FOREZ s.r.o lisovna kovů (2012)

**Projekt MES:** Výrobní systém PHARIS pro komplexní řízení výroby **lisovny kovů**.

**Řešení:** Výrobní systém PHARIS zajišťuje komplexní sledování a řízení procesů lisovny kovů. MES PHARIS plní následující úlohy: [22]

- řešení technologické sítě, napojení na lisy, sběr cyklů
- odvádění výroby (počty výlisků, včetně neshodné výroby a typu neshody).
- komunikace s ERP ENTRY
- komplexní správa technologických postupů
- plánování zakázek
- zavedení elektronického záznamu o zakázce
- řízení výrobního procesu
- sledování rozpracovanosti jednotlivých zakázek, predikce dokončení
- hodnocení výroby a efektivity výrobních zařízení
- dodávka operátorských terminálů (jsou vybaveny čtečkami RFID nebo čárových kódů, popř. také tiskárnou štítků.)
- dodávka majáků k lisům
- správa a údržba zařízení, napojení modulu údržba na majáky
- dodávka mobilní PDA aplikace (PHARIS mobile client) s WIFI a čtečkou RFID

#### **Použité moduly MES:**

- krátkodobé rozvrhování
- přidělování zdrojů a kapacit
- dispečerské řízení výroby
- řízení výrobního procesu
- správa dokumentace
- sledování pracovníků
- řízení údržby
- čárový kód
- sledování toku materiálu
- analýza výkonnosti
- sběr a archivace dat
- řízení jakosti

#### **4.2.7 ROBERT BOSCH, spol. s.r.o (2011)**

**Projekt MES:** Výrobní systém PHARIS pro lisovnu plastů

**Řešení:** Výrobní systém PHARIS řeší sběr dat a nahrávání výrobních programů v lisovně plastů. MES PHARIS plní následující úlohy: [22]

- řešení on-line oboustranné komunikace se vstřikovacímí lisy, sběr dat
  - řešení technologické sítě
  - komplexní správa výrobních programů
  - správa, evidence a údržba forem
  - dodávka mobilní PDA aplikace (PHARIS mobile client) s WIFI a čtečkou RFID pro správu forem a centrální nahrávání výrobních program do vstřikovacích lisů
  - hodnocení efektivity výrobních zařízení OEE(je všeobecně uznávaný ukazatel a metodika měření pro porovnávání účinnosti zařízení, výrobních linek nebo celých výrobních závodů).
  - údržba technologických zařízení
  - technologické obrazovky-grafická vizualizace výroby
  - historizace výrobních parametrů
  - on-line trendy výrobních parametrů
  - možnost vzdáleného zobrazení protokolu změn
  - systém alarmování
- Kompletní zavedení RFID identifikace a vstřikolisů.

**Použité moduly MES:**

- sběr a archivace dat
- řízení výrobního procesu
- řízení údržby
- analýza výkonnosti
- čárový kód
- správa dokumentace
- krátkodobé rozvrhování
- řízení jakosti

#### 4.2.8 KOVOKON POPOVICE s.r.o (2011)

**Projekt MES:** Výrobní systém PHARIS pro řízení **kovoobráběcího provozu**

**Řešení:** Výrobní systém PHARIS zajišťuje komplexní sledování a řízení procesů kovoobráběcího provozu. MES PHARIS plní následující úlohy. [22]

- komunikace s CNC stroji
  - monitoring stavu výrobních zařízení (servis, porucha, automatický cyklus..)
  - obousměrné nahrávání CNC programů
  - komplexní správa technologických postupů
  - detailní plánování zakázek
  - zavedení elektronického záznamu o zakázce
  - centrální evidence CNC programů
  - evidence nástrojů, sledování výměny nástrojů
  - řízení výrobního procesu
  - komplexní správa údržby
  - elektronické provozní deníky zařízení
  - sledování rozpracovanosti jednotlivých zakázek, predikce dokončení
  - odvádění výroby
  - komunikaci s ERP QI
  - hodnocení výroby a efektivity výrobních zařízení
  - monitoring přítomnosti osob na pracovišti
  - vizualizace výrobních hal
  - dodávka a montáž operátorských terminálů
- Zavedení čárových kódů.

#### **Použité moduly MES:**

- krátkodobé rozvrhování
- sběr a archivace dat
- řízení výrobního procesu
- dispečerské řízení výroby
- řízení údržby
- řízení jakosti
- analýza výkonnosti
- správa dokumentace
- čárový kód
- sledování pracovníků
- přidělování zdrojů

#### **4.2.9 ROREZ s.r.o nástrojárna Ostrov(2011)**

**Projekt MES:** Výrobní systém PHARIS pro řízení provozu **nástrojárny**

**Řešení:** Výrobní systém PHARIS zajišťuje komplexní sledování a řízení procesů nástrojárny.

MES PHARIS plní následující úlohy: [22]

- komplexní správa technologických postupů
  - plánování zakázek
  - zavedení elektronického záznamu o zakázce
  - řízení výrobního procesu
  - sledování rozpracovanosti jednotlivých zakázek, predikce dokončení
  - odvádění výroby
  - komunikaci s ERP ENTRY
  - hodnocení výroby a efektivity výrobních zařízení
  - dodávka operátorských terminálů
- Zavedení čárových kódů (osoby, nástroje, výkresy).

#### **Použité moduly MES:**

- krátkodobé rozvrhování
- řízení výrobního procesu
- dispečerské řízení výroby
- přidělování zdrojů
- analýza výkonnosti
- správa dokumentace
- čárový kód
- sběr a archivace dat
- sledování pracovníků
- řízení jakosti

#### **4.2.10 FRESENIUS HEMOCARE CZ, spol. s.r.o.**

**Projekt:** Výroba infúzních roztoků

**Řešení:** Řízení a supervize výroby infúzních roztoků ve všech fázích – navažování, příprava roztoku, rozplňování, sterilizace a adjustace. Implementovaný výrobní informační systém MES PHARIS zajišťuje: [22]

- správu receptur a materiálů
- monitoring a řízení výrobního procesu
- správu navažování
- sledování a vyhodnocení výrobních zařízení
- laboratorní subsystém
- dlouhodobou historizaci výrobních veličin
- zobrazení důležitých informací mimo rámec dispečinku prostřednictvím firemního intranetu
- tvorbu záznamu o šarži
- oboustrannou komunikaci s ERP systémem

##### **Použité moduly MES:**

- správa dokumentace
- správa toku materiálů
- řízení výrobního procesu
- řízení údržby
- krátkodobé rozvhování
- sběr dat

#### 4.2.11 TRW AUTOMOTIVE Czech

**Projekt:** Sběr dat na linkách poloautomatizované výroby brzdových disků. [23]

**Řešení:**

- Aplikace vyvinutána platformě MS.NET
- Přístup k aplikaci je realizován pomocí internetového prohlížeče z kteréhokoliv počítače v rámci sítě internet
- Sběr dat řídicích systémů pomocí komunikačního prorokolu OPC
- Jako hlavní datová základna slouží databáze MS SQL
- Implementována automatická synchronizace se stávajícím ERP systémem
- MS reporting services k tvorbě reportů
- PLC Simatic S7
- Nasazení standardních OPC serverů

Implementovaný výrobní informační systém MES MERZ zajišťuje:

- Monitorování průběhu zakázky
- Záznamy chybových stavů
- Monitoring a třídění prostojů
- Zpřístupnění výrobní dokumentace v elektronické podobě
- Plánování a vyhodnocování kontrolních událostí
- Plánování výroby – výběr zakázek a jejich řazení na linku
- Reporty o aktuálním stavu výroby (listy průkaznosti, OEE)

**Použité moduly MES:**

- sběr dat
- řízení výrobního procesu
- dispečerské řízení výroby
- správa dokumentace
- krátkodobé rozvrhování
- analýza výkonnosti
- přidělování zdrojů

Analýza MES implementovaných v České republice byla provedena na základě implementovaných modulů. Opět bylo použito rozdělení dle MESA. Výsledky analýzy systémů jsou shrnuty do následující tabulky (tab. 3). Je v ní zobrazen seznam systémů a moduly dle MESA. U každého systému je zapsáno jeho modulární složení. Zákazník umožňuje vybrat si jen ty funkcionality, které potřebuje, jako je sběr výrobních dat, sledování materiálového toku, dispečerské řízení výroby a její krátkodobé plánování, řízení kvality, řízení údržby, správa procesů, apod..

Firmy	Moduly											
		FORMPLAST Purkert s.r.o (2011)	SAPELI a.s (2009)	PHILIP MORRIS (2008)	LONZABIOTEC, Kouřim (2006)	ROBERT BOSCH, spol. s r.o. (2011)	GRUPO ANTOLIN (2007)	KOVOKON Popovice s.r.o (2011)	ROREZ s.r.o nástojárna Ostrov (2011)	FOREZ s.r.o lisovna kovů (2011)	FRESENIUS HEMOCARE CZ, spol.	TRW Automotive Czech
Krátkodobé rozvívání		•	•	•	○	•	•	•	•	•	•	•
Dispečerské řízení výroby		•	•	○	○	○	•	•	•	•	○	•
Přidělování zdrojů a kapacit		○	○	○	○	○	•	•	•	•	○	•
Správa dokumentace		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sledování toku materiálu		○	•	•	○	○	•	○	○	•	•	○
Čárový kod		○	•	•	○	•	○	•	•	•	○	○
Sledování pracovníků		•	•	•	•	○	•	•	•	•	○	○
Řízení procesu		•	○	•	○	•	•	•	•	•	•	•
Řízení jakosti		•	•	○	○	○	○	•	•	•	○	○
Řízení údržby		○	•	○	•	•	○	•	○	•	•	○
Analýza výkonosti		•	•	•	○	•	•	•	•	•	○	•
Sběr a archivace dat		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

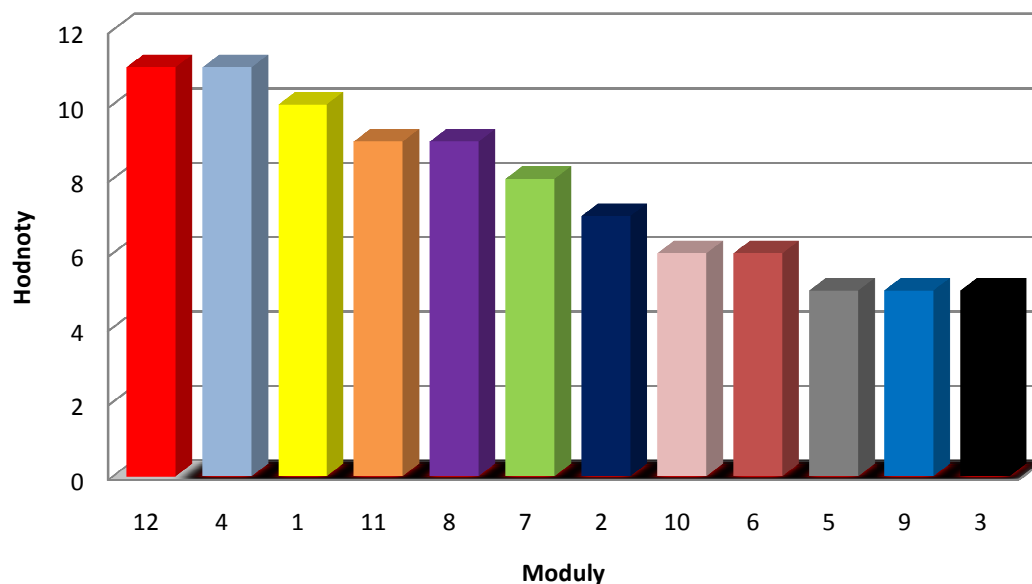
- Splňuje
- Nesplňuje

Tab.3 Analýza systémů implementovaných MES v ČR.



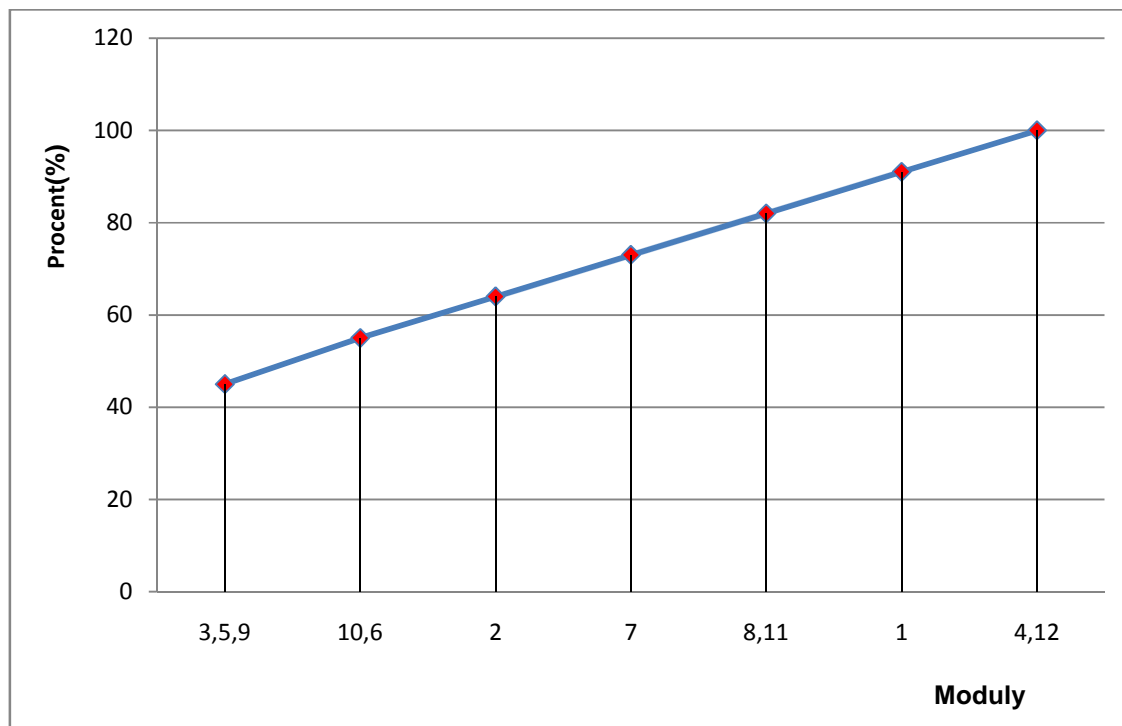
V následujícím grafu 1 je znázorněno využití modulů dle MESA v závislosti na počtu jejich implementace v systémech.

**Graf 1: Použití jednotlivých modulů ve systému MES**

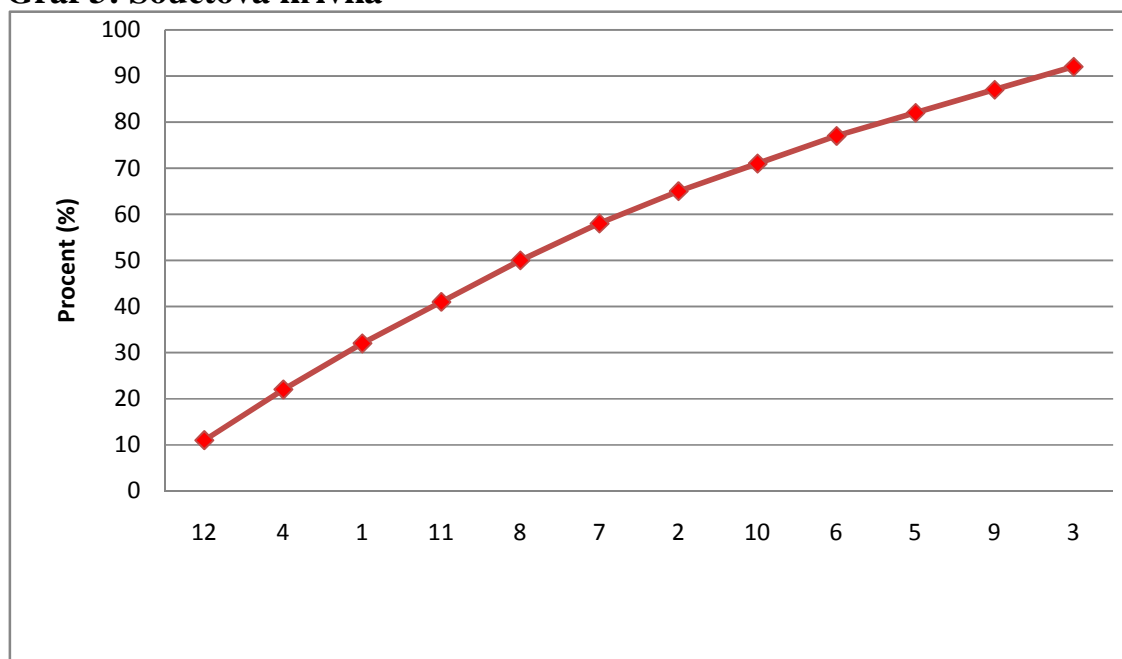


- – krátkodobé rozvrhování (1)
- – dispečerské řízení výroby (2)
- – přidělování zdrojů a kapacit (3)
- – správa dokumentace (4)
- – sledování toku materiálu (5)
- – čárový kod (6)
- – sledování pracovníků (7)
- – řízení výrobního procesu (8)
- – řízení jakosti (9)
- – řízení údržby (10)
- – analýza výkonosti (11)
- – sběr a archivace dat (12)

**Graf 2: Využitelnosti jednotlivých modulů.**



**Graf 3: Součtová křivka**



Z grafů 1, 2 a 3 vyplývá, že podniky nejvíce investovaly do následujících modulů:

- sběr a archivace dat
- správa dokumentace
- krátkodobé rozvrhování
- řízení výrobního procesu
- analýza výkonnosti

### **4.3 Zhodnocení**

Z analýzy 1 (viz tab. 2) vyplývá, že firmy nabízející MES ve svých řešeních vycházejí z rámce vytyčeného organizací MESA a splňují téměř všechny požadavky, které jsou na ně kladeny. Všechny systémy obsahují všechny moduly dle MESA.

Z analýzy 2 (viz tab. 3 a grafy 1 a 2) vyplývá, že podniky nejvíce investovaly do modulů: Sběr dat a Správa dokumentace. Modul sběr dat je základní objekt systému, má přímé napojení systému na senzory strojů, kde se informace z výroby dostávají do PLC a z jejich výstupů se pak přenáší do systémů, kde se třídí a archivují. Data lze využít v celé řadě podnikových aplikací určených zejména k operativnímu plánování a řízení výroby, evidenci a řízení materiálového toku, kontrole kvality, ale i řízení údržby, řízení lidských zdrojů, evidenci pohybu osob, apod.

Modul správa dokumentace obsahuje technickou dokumentaci, popis výrobků, výkresovou dokumentaci, výrobní postupy, změny parametry strojů, harmonogramy, protokoly o změnách, receptury, pracovní příkazy. Umožňují získávat, vyhodnocovat a předávat potřebné informace o aktuálním stavu a průběhu výroby, vytvářet tak podmínky pro jejich sledování.

Druhá skupina obsahuje moduly: krátkodobé rozvrhování, analýza výkonnosti, řízení výrobního procesu a sledování pracovníků, které taky podniky investovaly více. Tato skupina nabízí generování denních až měsíčních plánů výroby; okamžitý přehled o provozním stavu jednotlivých strojů, výrobních linek a zařízení; informace o provozních podmínkách ve výrobě, technologických parametrech ovlivňujících kvalitu výroby, údaje vztažené k výrobkům, evidence prostojů; informace o průběhu a výsledcích výroby, porovnávat výsledky aktuálně dosahované ve výrobě.

Finální skupina obsahuje moduly: řízení údržby, dispečerské řízení výroby, sledování toku materiálů, řízení jakosti, přidělování zdrojů, zde podniky investovaly nejméně.

Výrobní podniky investovaly alespoň do základních modelů MES systémů (Sběr a archivace dat, Správa dokumentace, Analýza výkonnosti a Sledování výrobního procesu) v různém stupni rozsahu modulů ve výrobě. Do dalších modulů budou investovat dle finančních možností a nutnosti jejich zavedení do výrobních podniků.

Samozřejmě dobře víme, že každá minuta odstávky či sníženého výkonu/kvality stojí velké problémy. Paradoxem pak zůstává, že nejčastější překážkou nasazení MES systému je cena, která se však stává zlomkem škody, kterou může napáchat jediná odstávka technologie.

Nasazením MES lze nejen zvýšit efektivitu strojů a nástrojů, efektivní činností při sledování, řízení a plánování výroby; vyhodnocovat z mnoha různých pohledů; zkrátit doby výroby; snížit podíl neproduktivních činností; přispět ke zvýšení kvality výroby i získat aktuální a věrohodná data o stavu a průběhu výrobního procesu. Výhodou tohoto přístupu je, že všichni zainteresovaní lidé mají správné informace pro svá rozhodnutí.

Praxe ukazuje, že výrobní informační systémy vytvořené „na míru“ a podpořené profesionálními konzultačními službami přináší výrobním společnostem skutečnou konkurenční výhodu. Pouze modulární softwarová aplikace umožňující postupnými kroky naplnit celkovou vizi výrobního informačního systému, umožní udržitelné zvýšení průtoku firmou a flexibilitu. Tvoří tak výborný základ procesů trvalého zlepšování výroby.

## 5 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo provést porovnání vybraných informačních systému výroby nabízených na českém trhu.

V první kapitole práce je popsání teoretická část, která obsahuje: informační systémy v podniku, definice informačního výrobního systému MES, vyvoje koncept MES, proč MES a integrace s ERP systémy. Dále jsou popsány trendy v informačních výrobních systémech a aplikace MES v průmyslovém odvětví.

V druhé kapitole jsou popsány jednotlivé funkcionality MES systému dle MESA.

Třetí kapitola pojednává o přínosech aplikací systému MES ve výrobním podniku.

V závěrečné kapitole práce je analýza stavu MES systémů v České republice, která poskytuje přehled o jejich stavu, implementovaných funkcích. Analýza byla prováděna ze dvou hledisek, dle MESA a dle firemních aplikací.

Analýzy 1 ukázaly, že většina firem nabízejících MES splňují všechny požadavky, které jsou na MES systémy dle definice mezinárodní asociace MESA International.

Analýzy 2 hodnotil celkem 11 systémů a moduly nejvíce použily: sběr a archivace dat, správa dokumentace, krátkodobé rozvrhování, řízení výrobního procesu, analýza výkonnosti.

Provedené analýzy ukázaly, že se MES stává strategickým nástrojem. MES pomáhá firmám především snižovat výrobní náklady, zvyšovat produktivitu, zajišťovat zpětnou sledovatelnost a celkově dosahovat vyšší kvality výroby pomocí sledování jednotlivých procesů ve výrobě. Pomáhají zvyšovat obrát i zisk.

## Seznam použité literatury

- [1] *MES – budoucnost průmyslové výroby*. AUTOMA 2004, č. 10 [cit. 2012-12-12].  
Dostupné na: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=32567](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=32567)
- [2] Vladimír Světlík: *InTrack MES systém pro sledování, řízení a detailní záznam historie výroby*. [cit. 2012-12-12].  
Dostupné na: [http://www.pantek.cz/pdf/produkty/intrack/intrack\\_pozice.pdf](http://www.pantek.cz/pdf/produkty/intrack/intrack_pozice.pdf)
- [3] *Funkční model MES*. AUTOMA 2001, č. 4 [cit. 2012-12-12].  
Dostupné na: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=33532](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=33532)
- [4] Vladimír Světlík: *RSBizware – řešení pro úroveň MES*. AUTOMA 2006, č. 8 [cit. 2012-12-12] Dostupné na: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=31388](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=31388)
- [5] UNIS a.s. : *O systému PHARIS*. [cit. 2012-12-12].  
Dostupné na: <http://www.pharis.cz/cs/o-systemu-MES-PHARIS>
- [6] *PODNIKOVÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY – MES*. [cit. 2012-12-12]. Dostupné na: [http://homel.vsb.cz/~dan11/is\\_skripta/IS%202011%20-%20MES.pdf](http://homel.vsb.cz/~dan11/is_skripta/IS%202011%20-%20MES.pdf)
- [7] František Koblasa: *Systémy plánování a řízení výroby*. Katedra výrobních systémů, Technická univerzita v Liberci. [cit. 2012-12-12].  
Dostupné na: <http://www.kvs.tul.cz/PI>
- [8] ICZ a.s: *Výrobní informační systémy (MES)*. [cit. 2012-2-12]. Dostupné na: <http://www.i.cz/co-delame/vyroba/aplikace-pro-vyrobu/vyrobni-informacni-system-mes-31/>
- [9] *MES – výrobní informační systémy*. [cit. 2012-12-12]. Dostupné na: <http://www.mes.cz/>
- [10] Vladimír Světlík: *Přínosy použití systémů MES Wonderware InTrack*. Automa 2001, č. 11 [cit. 2012-12-12].  
Dostupné na: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=33733](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=33733)
- [11] PANTEK: *Wonderware software*. [cit. 2012-12-12].  
Dostupné na: <http://www.pantek.cz/produkty/wonderware-software/hlavni-prinosy.html>
- [12] COMPAS: *MES*. [cit. 2012-12-12]. Dostupné na: [http://www.compas.cz/web.aspx?page=7ce84790\\_77f9\\_498b\\_8633\\_b02c537021b5](http://www.compas.cz/web.aspx?page=7ce84790_77f9_498b_8633_b02c537021b5)
- [13] UNIS: *MES PHARIS pro farmaceutickou a chemickou výrobu*. [cit. 2012-12-12].  
Dostupné na: <http://www.pharis.cz/cs/MES-pro-farmaceutickou-a-potravinarskou-vyrobu>

- [14] UNIS: *MES PHARIS pro lisovany – plastu*. [cit.2012-12-12].  
Dostupné na: <http://www.pharis.cz/cs/MES-pro-lisovny-plastu#pageStart>
- [15] PROXIA: *MES Software PROXIA*. [cit. 2012-12-12].  
Dostupné na: <http://www.proxia.com/cz/produkty/mes-software.html>
- [16] PROXIA: *DNC software*. [cit.2012-12-12].  
Dostupné na: <http://www.proxia.com/cz/produkty/dnc-software.html>
- [17] ICZ: *Sběr dat o strojích*. [cit. 2012-12-12].  
Dostupné na: [http://www.i.cz/files/Hydra%20dokumenty/Hydra\\_1.pdf](http://www.i.cz/files/Hydra%20dokumenty/Hydra_1.pdf)
- [18] ICZ: *Inovativní řešení MES Hydra*. [cit. 2012-12-12].  
Dostupné na: [http://www.i.cz/files/icz\\_hydra\\_cz.pdf](http://www.i.cz/files/icz_hydra_cz.pdf)
- [19] ICZ: *Správa dokumentů*. [cit. 2012-12-12].  
Dostupné na: <http://www.i.cz/co-delame/vyroba/aplikace-pro-vyrobu/dms-ecm-32/>
- [20] ICZ: *Systémy pro sledování výroby* [cit. 2012-12-12]. Dostupné na:  
<http://www.i.cz/co-delame/vyroba/aplikace-pro-vyrobu/systemy-pro-sledovani-vyroby-31/>
- [21] COMPAS: *MES systémy*. [cit.2012-12-12]. Dostupné na:  
[http://www.compas.cz/MESsystemy/8c7e5e7e\\_4b99\\_43c5\\_aded\\_dc06e632ef74.aspx?master\\_70a6ba7d\\_3b60\\_49e3\\_ab07\\_80023af2c717\\_category=7cd4e89d-535c-4074-bc93-c7c7e86457e8](http://www.compas.cz/MESsystemy/8c7e5e7e_4b99_43c5_aded_dc06e632ef74.aspx?master_70a6ba7d_3b60_49e3_ab07_80023af2c717_category=7cd4e89d-535c-4074-bc93-c7c7e86457e8)
- [22] UNIS: *Reference*. [cit.2012-12-12]. Dostupné na: <http://www.pharis.cz/reference>
- [23] MERZ: *Reference*. [cit.2012-12-12]. Dostupné na: <http://www.merz.cz/cs/-trw/89-trw-disky>

#### **Jiné zdroje literatury:**

- [24] <http://www.systemonline.cz/>
- [25] <http://www.mesa.org/en/index.asp>
- [26] <http://www.mpdv-usa.com/>